



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 45 631 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
G 06 K 9/62
G 01 F 3/00
G 01 D 4/00

⑳ Aktenzeichen: 195 45 631.9
㉑ Anmeldetag: 7. 12. 95
㉒ Offenlegungstag: 12. 6. 97

DE 195 45 631 A 1

㉑ Anmelder:
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

㉒ Erfinder:
Tucholka, Andreas von, Dipl.-Ing., 68519 Viernheim, DE

㉓ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

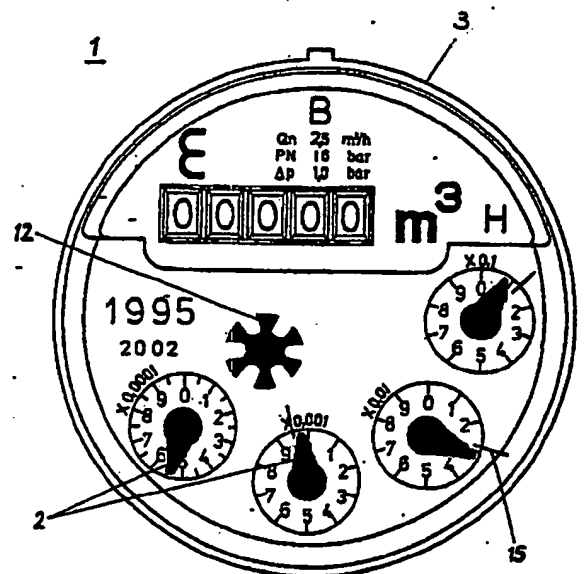
DE-GM 18 50 399
GB 21 48 585 A

SAGERER, Gerhard, u.a.: Mustererkennung 1995,
17.DAGM-Symposium, Springer, Bielefeld, 13-15.
Sep. 1995, S.335-342;

SABLATNIG, Robert, KROPATSCH, Walter G.:
Application Constraints in the Design of an
Automatic Reading Device for Analog Display
Instruments. In: Proc. of the 2nd IEEE Workshop on
Appl. of Computer Vision, Sarasota, FLA, Dec. 5-7,
1994, S.205-212;

㉔ Verfahren zur Auswertung der Anzeigebilder von analog anzeigenden Meßgeräten

㉕ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung der Meßwertanzeige eines analog anzeigenden Meßgerätes (3), insbesondere eines Verbrauchszählers, mit Hilfe einer optoelektronischen Kamera (4), die zunächst ein fotografisches Anzeigebild (1) der Meßwertanzeige mit mindestens einem zugehörigen Meßwerkzeiger (2) erstellt und das Anzeigebild (1) anschließend an einen elektronischen Speicher (5) weitergibt, von dem es zur Weiterverarbeitung festgehalten wird. Um eine schnelle und zuverlässige Auswertung des Anzeigebildes (1) zu erreichen, ist vorgesehen, daß dieses einem Rechner (6) zugeführt wird, in dessen Arbeitsspeicher (7) bereits mindestens ein experimentell oder rechnerisch ermitteltes Bild eines zum Meßgerät (1) gehörigen Meßwerkzeigers (2) als Zeigerhilfsbild (8) abgelegt wurde. Der Rechner (6) muß nun auf einen Befehl hin, in Abhängigkeit von den Vorgaben eines entsprechenden Programms, automatisch das Anzeigebild (1) der Meßwertanzeige nach einem Meßwerkzeiger (2) durchsuchen, dessen Kontur sich mit der Kontur eines Zeigerhilfsbildes (8) zur Deckung bringen läßt. Nach dem Auffinden von Lage und Winkelstellung eines entsprechenden Meßwerkzeigers (2) innerhalb des Anzeigebildes (1), kann aus der ermittelten Winkelstellung des zur Deckung gebrachten Zeigerhilfsbildes (8) der angezeigte Meßwert berechnet werden.



DE 195 45 631 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Obwohl die Produktion auch von Meßgeräten, insbesondere von Verbrauchszählern, wie z. B. Wasserzählern, weitgehend automatisiert ist, wird zur Prüfung dieser Geräte noch relativ viel Personal gebraucht, das damit beschäftigt ist Meßwerte abzulesen und diese dann selbst im Sinne einer Prüfung auszuwerten oder in einen Rechner zur Auswertung einzugeben. Aus der DE 93 20 3071 U1 ist allerdings schon eine Vorrichtung zur Prüfung von Verbrauchszählern, insbesondere Wasserzählern bekannt, bei der eine CCD-Kamera zur Erfassung des Zifferblattes des Wasserzählers dient und ein Steuerungsrechner sowohl das Meßergebnis einer Durchflußmessung als auch die von der CCD-Kamera aufgenommenen Bilder erfaßt und verarbeitet. Hier wird also eine erste Anregung gegeben auch die Prüfung des Verbrauchszählers durch automatisierte Abläufe zu verbessern, wobei allerdings offen bleibt, auf welche Weise eine Auswertung der vom Zähler aufgenommenen Bilder erfolgen könnte.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, mit dem es gelingt die von einer optoelektronischen Kamera aufgenommenen Bilder vollautomatisch derart auszuwerten, daß hiermit eine Abnahmeprüfung des Meßgerätes erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen genannt.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß ein von einer optoelektronischen Kamera erfaßtes, in einem elektronischen Speicher festgehaltenes Anzeigebild der Meßwertanzeige einem Rechner zugeführt wird, in dessen Arbeitsspeicher bereits mindestens ein experimentell oder rechnerisch ermitteltes Bild eines zum Meßgerät gehörigen Meßwerkzeigers als Zeigerhilfsbild abgelegt wurde. Der Rechner kann nun auf einen Befehl hin, in Abhängigkeit von den Vorgaben eines entsprechenden Programmes, automatisch das Anzeigebild der Meßwertanzeige nach einem Meßwerkzeiger durchsuchen, dessen Kontur sich mit der Kontur eines bestimmten Zeigerhilfsbildes zur Deckung bringen läßt. Sobald er die Lage und Winkelstellung eines entsprechenden Meßwerkzeigers innerhalb des Anzeigebildes gefunden hat, kann er aus der ermittelten Winkelstellung des zur Deckung gebrachten Zeigerhilfsbildes den angezeigten Meßwert berechnen. Im Vergleich mit einem Meßnormal kann dann die Anzeigegenauigkeit des Meßgerätes ebenfalls vom Rechner ermittelt werden.

In einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes kann man dafür sorgen, daß das Zeigerhilfsbild aus zwei Bildteilen besteht, von denen ein erster Bildteil ein von der Winkelstellung des Meßwerkzeigers unabhängiger gleichbleibender Teil ist und ein zweiter Bildteil ein von der Winkelstellung des Meßwerkzeigers abhängiger, entsprechend veränderbarer Teil ist. Der Rechner kann nun den ersten Bildteil, der die Form einer Zeigerkreisfläche besitzt, zum Auffinden des Zeigerdrehpunktes nutzen und den zweiten Bildteil, der als Zeigerspitze geformt ist, zum Auffinden der Winkelstellung des Meßwerkzeigers verwenden. Da die Zeigerspitze eine wesentlich kleinere Fläche abdeckt als der ganze Zeiger, wirken sich Störeinflüsse, wie sie durch die Krümmung der Abdeckscheibe oder durch

Luftblasen entstehen können, entsprechend weniger aus.

Für das Auffinden der jeweiligen Winkelstellung der verschiedenen Meßwerkzeiger, sind zwei Alternativen denkbar. Eine erste Alternative könnte darin bestehen, daß im Arbeitsspeicher eine Vielzahl von kompletten oder aus zwei Teilen bestehenden Zeigerhilfsbildern abgelegt ist, und jedes Zeigerhilfsbild eine bestimmte Winkelstellung der möglichen Anzeigewerte des Meßwerkzeigers wiedergibt. Zum Auffinden des jeweiligen im Anzeigebild festgehaltenen Anzeigewertes, muß der Rechner nacheinander versuchen eines der Zeigerhilfsbilder mit dem Anzeigebild in Deckung zu bringen. Für die anschließende Berechnung des Anzeigewertes wird er dann das Zeigerhilfsbild heranziehen, bei dem er den höchsten Deckungsgrad festgestellt hat.

In einer zweiten Alternative ist vorgesehen, daß im Arbeitsspeicher nur ein komplettes oder aus zwei Teilen bestehendes Zeigerhilfsbild abgelegt ist, und der Rechner durch ein entsprechendes Programm die Winkelstellung des kompletten Zeigerhilfsbildes oder seines zweiten Bildteiles durch Drehung um den gefundenen Drehpunkt des Meßwerkzeigers herum solange verändert, bis ein Höchstmaß an Deckung mit dem Meßwerkzeiger in seiner Anzeigestellung erreicht ist. Auch hier kann der Rechner wieder die gefundene Winkelstellung des Zeigerhilfsbildes für die Berechnung des Anzeigewertes heranziehen.

Bei gleich großen, über den Anzeigebereich des Meßwerkzeigers verteilten Winkelstufen muß die Zahl der durch Zeigerhilfsbilder simulierbaren Winkelstellungen so festgelegt werden, daß eine für die geforderte Meßgenauigkeit ausreichende Auflösung erzielt wird. Bei Wasserzählern besitzen die zu den verschiedenen Meßwerkzeigern gehörigen Skalen eine Skalenteilung von jeweils nur zehn Teilstrichen so daß, im Prinzip eine einstellige Auflösung genügen würde. Bei einer Auflösung von 100 Zeigerstellungen in Stufen von 3,6 Grad über den Anzeigebereich des Meßwerkzeigers von 360 Grad wird jedoch eine zweistellige Anzeigegenauigkeit erreicht. Diese läßt sich dazu nutzen, eine Plausibilitätskontrolle der von verschiedenen Meßwerkzeigern gelieferten Anzeige durchzuführen.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes sieht vor, daß zur Überprüfung der erreichten Deckung zwischen dem jeweiligen Zeigerhilfsbild und dem Meßwerkzeiger im Anzeigebild die mittlere Helligkeit aller Pixel innerhalb und außerhalb der Kontur des Zeigerhilfsbildes errechnet wird. Dabei wird das Zeigerhilfsbild solange auf dem Anzeigebild verschoben, bis entweder die mittlere Helligkeit innerhalb des Zeigerhilfsbildes ein Minimum darstellt, oder das Verhältnis der mittleren Helligkeit in einem Bereich um das Zeigerhilfsbild herum zur mittleren Helligkeit innerhalb des Zeigerhilfsbildes ein Maximum darstellt.

Wenn das Meßgerät ein Verbrauchszähler, vorzugsweise ein Wasserzähler ist, und dieser mehrere in Abständen nebeneinander angeordnete Meßwerkzeiger aufweist, muß der Rechner nach dem Auffinden von Lage und Winkelstellung eines ersten im Anzeigebild enthaltenen Meßwerkzeigers in entsprechender Weise auch Lage und Winkelstellung der übrigen Meßwerkzeiger des Anzeigebildes ermitteln und aus den so ermittelten Zeigerstellungen des Anzeigebildes die Meßwertanzeige berechnen. In diesem Fall kann man auch davon ausgehen, daß die Anzeigebereiche der Meßwerkzeiger, innerhalb eines Winkelbereiches von 360 Grad, von 1 bis 10 reichen und zu jeweils einer von

mehreren aufeinanderfolgenden Dezimalstellen gehören. Der Rechner kann dann, über eine Plausibilitätsentscheidung den Anzeigewert des Meßwerkzeigers einer höheren Dezimalstelle mit Hilfe des Anzeigewertes der zur nächst niedrigeren Dezimalstelle gehörigen Meßwerkzeigers korrigieren.

Eine wesentliche Beschleunigung des Ablaufs der Auswertung des Anzeigebildes ist dadurch erreichbar, daß der Rechner die bekannte Geometrie des Verbrauchszählers zum Auffinden der Meßwerkzeuge und/oder zur Kontrolle ermittelter Meßwerkzeuge nutzt. Es ist zweckmäßig, wenn der Rechner seinen ersten Suchlauf bei einer ihm vorgegebenen Startposition im Nahbereich eines ersten Meßwerkzeigers beginnt und hierbei das Zeigerhilfsbild nacheinander in x-Richtung, in y-Richtung und durch Drehung solange verschiebt, bis die bestmögliche Deckung erreicht ist und daß er seine Suche in dieser Weise solange fortsetzt, bis er annehmen kann, daß ein bestimmter Meßwerkzeiger gefunden ist. Alle weiteren Suchläufe kann er nun an einer Position beginnen, die sich aufgrund der Geometrie des Verbrauchszählers aus der Lage des gefundenen Meßwerkzeigers ergibt. Außerdem prüft er zur Sicherheit nach dem Auffinden jedes weiteren Meßwerkzeigers, ob dessen Lage mit der Geometrie des Verbrauchszählers vereinbar ist. Sollte das nicht der Fall sein, beginnt er alle bzw. die im Ergebnis falschen Suchläufe von vorne, bis eine Übereinstimmung erzielt wird.

Der jeweils erste Suchlauf läßt sich weiterhin dadurch verkürzen, daß sich der Rechner von den vorhergehenden ersten Suchläufen die gefundene richtige Position eines ersten Meßwerkzeigers merkt und dann bei jedem weiteren ersten Suchlauf bei einer Position beginnt, die sich als Mittelwert aus den vorhergehenden ersten Suchläufen ergibt.

Ein wesentliches Problem bei der Zeigersuche ergibt sich dadurch, daß der Rechner durch entsprechende Eingaben zwar die Geometrie des Verbrauchszählers sehr gut kennt, aber dennoch der Suchablauf nicht exakt bei einem ersten Meßwerkzeiger des Anzeigebildes beginnen kann, weil sich die Lage der Meßwerkzeuge mit jeder Verschiebung des Anzeigebildes ändert. Auch bei exakter Ausrichtung der Kamera auf das Anzeigebild sind zumindest geringe Verschiebungen nahezu unvermeidlich. Um die Zahl der einzelnen Suchschritte zu reduzieren, wäre es jedoch von Vorteil, wenn jeder Suchlauf exakt am Drehpunkt eines bestimmten Zeigers beginnen könnte. Hierzu ist vorgesehen, daß im Arbeitsspeicher des Rechners außer dem Zeigerhilfsbild noch ein die Lage aller Meßwerkzeuge zueinander definierendes Positionshilfsbild abgelegt ist, in dem vorzugsweise nur die jeweils den Drehpunkt jedes Meßwerkzeigers umschließenden Zeigerkreisflächen ohne Zeigerspitze enthalten sind. Wenn der Rechner dieses Positionshilfsbild, von einer Startposition ausgehend, nacheinander in x-Richtung, in y-Richtung und durch Drehung solange verschiebt, bis eine optimale Deckung mit den entsprechenden Kreisflächen aller Meßwerkzeuge des Anzeigebildes erreicht ist, sind dem Rechner auch die Positionen aller Drehpunkte der Meßwerkzeuge bekannt. Er kann nun das Zeigerhilfsbild oder nur dessen Zeigerspitze auf entsprechende Positionen am Drehpunkt eines jeden Meßwerkzeigers im Positionshilfsbild (9) setzen und dieses Bild solange drehen, bis eine optimale Deckung mit dem jeweiligen Meßwerkzeiger des Anzeigebildes erreicht ist.

Geringe Anzeigefehler der einzelnen Meßwerkzeuge sind unvermeidlich, müssen, aber innerhalb zulässiger

Toleranzen bleiben. Ist das nach dem jeweils ermittelten Meßergebnis der Fall, so können mit Hilfe einer bereits genannten Plausibilitätsprüfung Anzeigefehler einer höheren Dezimalstelle mittels der Anzeige der nächst niedrigeren Dezimalstelle korrigiert werden. Überschreiten die Anzeigefehler jedoch den zulässigen Toleranzbereich, so können mit der Plausibilitätsprüfung diese Überschreitungen erfaßt und als Ausfälle gemeldet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 das Anzeigebild eines Verbrauchszählers,

Fig. 2 das Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Aufnahme und Auswertung von Anzeigebildern,

Fig. 3 Zeigerhilfsbilder zum Suchen der Anzeigeposition von Meßwerkzeugen.

Das in Fig. 1 dargestellte Anzeigebild 1 eines Verbrauchszählers 3 gehört zu einem Wasserzähler mit vier Meßwerkzeugen 2, die eine Anzeige der letzten vier bzw. fünf Dezimalstellen eines Meßwertes ermöglichen. Jeder dieser Meßwerkzeuge 2 besitzt einen Skalenbereich von 0 bis 10 auf einem Kreisbogen von 360 Grad. Ein der Fig. 1 entsprechendes Anzeigebild 1 wird mit Hilfe einer Vorrichtung, wie sie als Blockschaltbild in Fig. 2 dargestellt ist, erfaßt und ausgewertet. Von einem Verbrauchszähler 3, der sich z. B. auf einem Fertigungsband in einer Prüfstation befindet, wird mittels einer CCD-Kamera das Anzeigebild 1 mit den momentanen Anzeigestellungen der Meßwerkzeuge 2 aufgenommen und in einem Speicher 5 abgelegt, der gleichzeitig der Arbeitsspeicher 7 eines Rechners 6 sein kann. Als Rechner 6 kann ein ausreichend schneller PC verwendet werden. Dieser ist so programmiert, daß er mit Hilfe eines im Arbeitsspeicher 7 abgelegten Zeigerhilfsbildes 8 wie mit einem Cursor nach den verschiedenen im Anzeigebild 1 enthaltenen Meßwerkzeugen 2 suchen kann, um diese mit dem Zeigerhilfsbild 8 in Deckung zu bringen. Zur Ausgabe des Meßergebnisses, aber ggf. auch zur Beobachtung der Zeigersuchläufe, wird man in der Regel einen Bildschirm 13 verwenden.

Mit Hilfe von Fig. 3 wird versucht den Ablauf bei der Zeigersuche etwas zu verdeutlichen. Entsprechend Fig. 1 mit den vier Meßwerkzeugen 2 sind auch in Fig. 3 vier Meßwerkzeuge 2 eingetragen, deren Lage durch ein künstlich erstelltes Zeigerhilfsbild 8 aufgefunden werden soll. Das Zeigerhilfsbild 8 muß eine mit den Meßwerkzeugen 2 identische Form aufweisen, damit eine vollständige Flächendeckung erreichbar ist. Zum Auffinden eines ersten Meßwerkzeigers 2 sind in dessen Nahbereich mehrere Startpositionen 14 denkbar, die hier durch zehn Zeigerhilfsbilder 8 angedeutet sind.

Bei einer ersten Suchstrategie ist vorgesehen, ausgehend von einer Startposition 14 durch Verschieben des ganzen Zeigerhilfsbildes 8, abwechselnd nacheinander in x-Richtung, in y-Richtung und durch Drehen mit einem ersten Meßwerkzeiger 2 in Deckung zu bringen. Eine zweite Suchstrategie sieht eine Teilung des Zeigerhilfsbildes 8 in eine Zeigerkreisfläche 10 und eine Zeigerspitze 11 vor. Mit der Zeigerkreisfläche 10 wird zunächst durch eine Verschiebung in x- und y-Richtung die Lage des Drehpunktes von einem ersten Meßwerkzeiger 2 ermittelt und anschließend durch Drehung der Zeigerspitze 11 um den gefundenen Drehpunkt herum, die Winkelstellung des Meßwerkzeigers 2 ermittelt.

Die beiden vorbeschriebenen Suchstrategien haben den Nachteil, daß nach dem Auffinden eines vermeintlich bestimmten Meßwerkzeigers 2 immer erst noch mit

Hilfe der dem Rechner 6 bekannten Geometrie des Verbrauchszählers 3 geprüft werden muß, ob wirklich der richtige Meßwerkzeiger 2 gefunden wurde. Denn es kann durchaus sein, daß der von einer Startposition 14 ausgehende erste Suchlauf nicht bei einem ersten, sondern bei einem zweiten oder anderem Meßwerkzeiger 2 endet oder gar durch andere Elemente des Anzeigebildes 1, wie z. B. einen Anlaufstern 12, ein Meßwerkzeiger 2 vorgetäuscht wird.

Es sei deshalb noch eine dritte Suchstrategie erwähnt, bei der außer dem Zeigerhilfsbild 8 noch ein Positionshilfsbild 9 im Arbeitsspeicher 7 des Rechners 6 abgelegt ist. Dieses Positionshilfsbild 9 umfaßt, entsprechend der Darstellung in Fig. 3, alle Meßwerkzeiger 2, vorzugsweise aber nur mit ihrer Zeigerkreisfläche 10, jeweils mit ihrer Lage im Anzeigebild 1. In einem ersten Suchlauf wird nun dieses Positionshilfsbild 9 in x- und y-Richtung und durch Drehen solange verschoben, bis eine vollständige Deckung mit den Meßwerkzeigern 2 erreicht ist. Von den so gefundenen Drehpunkten der Meßwerkzeiger 2 ausgehend, kann nun bei jedem einzelnen Meßwerkzeiger mit Hilfe der Zeigerspitze 11 die jeweilige Winkelstellung dieses Meßwerkzeigers 2 ermittelt werden.

Bei einer Prüfung von Verbrauchszählern 3 ist es nicht nur wichtig, ob diese richtig messen, sondern auch, ob der Meßwert mit ausreichender Zuverlässigkeit abgelesen werden kann. Geringfügige, innerhalb der zulässigen Toleranz liegende Anzeigefehler, werden vom Rechner als solche erkannt und mit seiner Hilfe korrigiert. Der Rechner geht dabei von der Regel aus, daß die Meßwertanzeige eines zu einer niedrigeren Dezimalstelle gehörigen Meßwerkzeigers 2 in der Regel, bezogen auf den Meßbereichsendwert, genauer ist, als die der nächst höheren Dezimalstelle. Entgegen der üblichen Ablesung eines Meßwertes, fortschreitend von der höheren zur niedrigeren Stelle, beginnt die Ablesung und damit auch die Auswertung der Anzeige durch den Rechner 6 bei der niedrigsten Stelle.

Somit ergibt sich aus der in Fig. 1 dargestellten Meßwertanzeige des letzten Meßwerkzeigers in der letzten Stelle eine 4 und dann eine 5. Beim vorletzten Meßwerkzeiger wird der Rechner einen Anzeigewert von 9 ermitteln, denn aus der Anzeige des letzten Meßwerkzeigers weiß er, daß die Anzeige des vorletzten Meßwerkzeigers deutlich über einem ganzzahligen Wert liegen muß. Obwohl der nächste Meßwerkzeiger einen Anzeigewert von etwas über 3 anzeigt, kann dieser Wert nur etwas unter 3 also zwei sein, was sich wiederum aus dem bisher ermittelten Wert ergibt. Der erste der höchsten Dezimalstelle zugeordnete Meßwerkzeiger scheint einen Wert von 0,9 also knapp unter 1 anzuzeigen, müßte aber in Wirklichkeit einen Wert von über 1 anzeigen. An diesem Punkt wird bei den für dieses Beispiel angenommenen großen Toleranzen der Anzeigen die Ablesbarkeit aber schon kritisch. Denn man könnte auch annehmen der richtige Anzeigewert des ersten Meßwerkzeigers läge bei 0,3 und wäre damit 0. Das trifft zwar nicht zu, weil der angezeigte Wert von 0,9 näher bei 1,3 als bei 0,3 liegt, doch wäre in einem solchen Fall der zulässige Toleranzbereich bereits überschritten und der Verbrauchszähler 3 müßte aussortiert werden. Dennoch sollte deutlich geworden sein, daß die übliche vom höheren zum niedrigeren Stellenwert fortschreitende Ablesung zu einem falschen Wert von 0,03954 führen könnte während der richtige Wert 0,12954 beträgt. Die bei richtiger Anzeige der Meßwerkzeiger zu diesem richtigen Wert führenden Zeigerstellungen sind als bereinigte

Anzeigewerte (15) in Fig. 1 durch einen Strich angedeutet. Die Automatisierung der Meßanzeigenablesung und -auswertung bedeutet somit nicht nur eine deutliche Beschleunigung der Zählerprüfung, sondern erhöht auch deren Zuverlässigkeit.

Bezugszeichenliste

- 1 Anzeigebild
- 2 Meßwerkzeiger
- 3 Meßgerät
- 4 Kamera
- 5 Speicher
- 6 Rechner
- 7 Arbeitsspeicher
- 8 Zeigerhilfsbild
- 9 Positionshilfsbild
- 10 Zeigerkreisfläche
- 11 Zeigerspitze
- 12 Anlaufstern
- 13 Bildschirm
- 14 Startposition
- 15 bereinigter Anzeigewert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung der Meßwertanzeige eines analog anzeigenden Meßgerätes (3), insbesondere eines Verbrauchszählers, mit Hilfe einer optoelektronischen Kamera (4), die zunächst ein fotografisches Anzeigebild (1) der Meßwertanzeige mit mindestens einem zugehörigen Meßwerkzeiger (2) erstellt und das Anzeigebild (1) anschließend an einen elektronischen Speicher (5) weitergibt, von dem es zur Weiterverarbeitung festgehalten wird, dadurch gekennzeichnet, daß das gespeicherte Anzeigebild (1) einem Rechner (6) zugeführt wird, in dessen Arbeitsspeicher (7) bereits mindestens ein experimentell oder rechnerisch ermitteltes Bild eines zum Meßgerät (1) gehörigen Meßwerkzeigers (2) als Zeigerhilfsbild (8) abgelegt wurde und der Rechner (6) auf einen Befehl hin, in Abhängigkeit von den Vorgaben eines entsprechenden Programmes, automatisch das Anzeigebild (1) der Meßwertanzeige nach einem Meßwerkzeiger (2) durchsucht, dessen Kontur sich mit der Kontur eines Zeigerhilfsbildes (8) zur Deckung bringen läßt, und daß er nach dem Auffinden von Lage und Winkelstellung eines entsprechenden Meßwerkzeigers (2) innerhalb des Anzeigebildes (1), aus der ermittelten Winkelstellung des zur Deckung gebrachten Zeigerhilfsbildes (8) den angezeigten Meßwert berechnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeigerhilfsbild (8) aus zwei Bildteilen besteht, von denen ein erster Bildteil ein von der Winkelstellung des Meßwerkzeigers (2) unabhängiger gleichbleibender Teil ist und ein zweiter Bildteil ein von der Winkelstellung des Meßwerkzeigers (2) abhängiger, entsprechend veränderbarer Teil ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (6) den ersten Bildteil, der die Form einer Zeigerkreisfläche (10) besitzt, zum Auffinden des Zeigerdrehpunktes nutzt und

den zweiten Bildteil, der als Zeigerspitze (11) geformt ist, zum Auffinden der Winkelstellung des Meßwerkzeigers (2) verwendet.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Arbeitsspeicher (7) eine Vielzahl von kompletten oder aus zwei Teilen bestehenden Zeigerhilfsbildern (8) abgelegt ist, und jedes Zeigerhilfsbild (8) eine bestimmte Winkelstellung der möglichen Anzeigewerte des Meßwerkzeigers (2) wiedergibt und zum Auffinden des jeweiligen im Anzeigebild (1) festgehaltenen Anzeigewertes, der Rechner nacheinander versucht eines der Zeigerhilfsbilder (8) mit dem Anzeigebild (1), in Deckung zu bringen, und daß er das Zeigerhilfsbild (8) für die Berechnung des Anzeigewertes heranzieht, bei dem er den höchsten Deckungsgrad festgestellt hat.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Arbeitsspeicher nur ein komplettes oder aus zwei Teilen bestehendes Zeigerhilfsbild (8) abgelegt ist, und der Rechner durch ein entsprechendes Programm die Winkelstellung des kompletten Zeigerhilfsbildes (8) oder seines zweiten Bildteiles (11) durch Drehung um den gefundenen Drehpunkt des Meßwerkzeigers (2) herum solange verändert, bis ein Höchstmaß an Deckung mit dem Meßwerkzeiger (2) in seiner Anzeigestellung erreicht ist und daß er die hierbei gefundene Winkelstellung des Zeigerhilfsbildes (8) für die Berechnung des Anzeigewertes heranzieht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der durch Zeigerhilfsbilder (8) simulierbaren Winkelstellungen bei gleich großen, über den Anzeigebereich des Meßwerkzeigers (2) verteilten Winkelstufen so festgelegt ist, daß eine für die geforderte Meßgenauigkeit ausreichende Auflösung erzielt wird, vorzugsweise 100 Stellungen in Stufen von 3,6 Grad bei einem Anzeigebereich des Meßwerkzeigers (2) von 360 Grad.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Überprüfung der Deckung zwischen dem jeweiligen Zeigerhilfsbild (8) und dem Meßwerkzeiger (2) im Anzeigebild (1) in der Weise erfolgt, daß die mittlere Helligkeit aller Pixel innerhalb und außerhalb der Kontur des Zeigerhilfsbildes (8) errechnet wird und daß das Zeigerhilfsbild (8) solange auf dem Anzeigebild (1) verschoben wird, bis entweder

- a) die mittlere Helligkeit innerhalb des Zeigerhilfsbildes (8) ein Minimum darstellt, oder
- b) das Verhältnis der mittleren Helligkeit in einem Bereich um das Zeigerhilfsbild (8) herum zur mittleren Helligkeit innerhalb des Zeigerhilfsbildes (8) ein Maximum darstellt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgerät (3) ein Verbrauchszähler, vorzugsweise ein Wasserzähler ist, und dieser mehrere in Abständen nebeneinander angeordnete Meßwerkzeiger (2) aufweist, und daß der Rechner (6) nach dem Auffinden von Lage und Winkelstellung eines ersten im Anzeigebild (1) enthaltenen Meßwerkzeigers (2) in entsprechender Weise auch Lage und Winkelstellung der übrigen Meßwerkzeiger (2) des Anzeigebildes (1) ermittelt und daß der Rechner (6) aus den so ermittelten Zeigerstellungen des Anzeigebildes

(1) die Meßwertanzeige berechnet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeigebereiche (1) der Meßwerkzeiger (2), innerhalb eines Winkelbereiches von 360 Grad, von 1 bis 10 reichen und zu jeweils einer von mehreren aufeinanderfolgenden Dezimalstellen gehören und der Rechner (6) über eine Plausibilitätsentscheidung den Anzeigewert (1) des Meßwerkzeigers (2) einer höheren Dezimalstelle mit Hilfe des Anzeigewertes des zur nächst niedrigeren Dezimalstelle gehörigen Meßwerkzeigers (2) korrigiert.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (6) bei der Auswertung des Anzeigebildes (1) die bekannte Geometrie des Verbrauchszählers (3) zum Auffinden der Meßwerkzeiger (2) und/oder zur Kontrolle ermittelter Meßwerkzeiger (2) nutzt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (6) bei der Zeigersuche das Zeigerhilfsbild (8) nacheinander in x-Richtung, in y-Richtung und durch Drehung solange verschiebt, bis eine optimale Deckung mit dem Meßwerkzeiger (2) erreicht ist und daß er einen ersten Suchlauf bei einer ihm vorgegebenen Startposition (14) im Nahbereich eines ersten Meßwerkzeigers (2) beginnt und diesen solange fortsetzt, bis er annehmen kann, daß ein bestimmter Meßwerkzeiger (2) gefunden ist und daß er den zweiten und weitere Suchläufe an einer Position beginnt, die sich aufgrund der Geometrie des Verbrauchszählers (3) aus der Lage des gefundenen Meßwerkzeigers (2) ergibt und daß er nach dem Auffinden jedes weiteren Meßwerkzeigers (2) prüft, ob dessen Lage mit der Geometrie des Verbrauchszählers (3) vereinbar ist und andernfalls alle Suchläufe von vorne beginnt, bis eine Übereinstimmung erzielt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (6) sich jeweils die nach dem ersten Suchlauf gefundene richtige Position eines ersten Meßwerkzeigers (2) merkt und bei jedem neuen ersten Suchlauf bei einem anderen Anzeigebild (1) bei einer Startposition (14) beginnt, die sich als Mittelwert aus den vorhergehenden ersten Suchläufen ergibt.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Arbeitsspeicher (7) des Rechners (6) außer dem Zeigerhilfsbild (8) noch ein die Lage aller Meßwerkzeiger (2) zueinander definierendes Positionshilfsbild (9) abgelegt ist, in dem vorzugsweise nur die jeweils den Drehpunkt jedes Meßwerkzeigers (2) umschließenden Zeigerkreisflächen (10) ohne Zeigerspitze enthalten sind, und daß der Rechner (6) dieses Positionshilfsbild (9), von einer Startposition (14) ausgehend, nacheinander in x-Richtung, in y-Richtung und durch Drehung solange verschiebt, bis eine optimale Deckung mit den entsprechenden Kreisflächen aller Meßwerkzeiger (2) des Anzeigebildes (1) erreicht ist und der Rechner nun das Zeigerhilfsbild (8) oder nur dessen Zeigerspitze (11) auf entsprechende Positionen am Drehpunkt eines jeden Meßwerkzeigers (2) im Positionshilfsbild (9) setzt und solange dreht, bis eine optimale Deckung mit dem jeweiligen Meßwerkzeiger (2) des Anzeigebildes (1) erreicht ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (6) nach der Analyse jedes Anzeigebildes (1) eine

Plausibilitätsprüfung durchführt, die erfaßt, ob die
ermittelten Winkelstellungen der Meßwerkzeiger
(2), im Rahmen zulässiger Anzeigetoleranzen, mit-
einander vereinbar sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

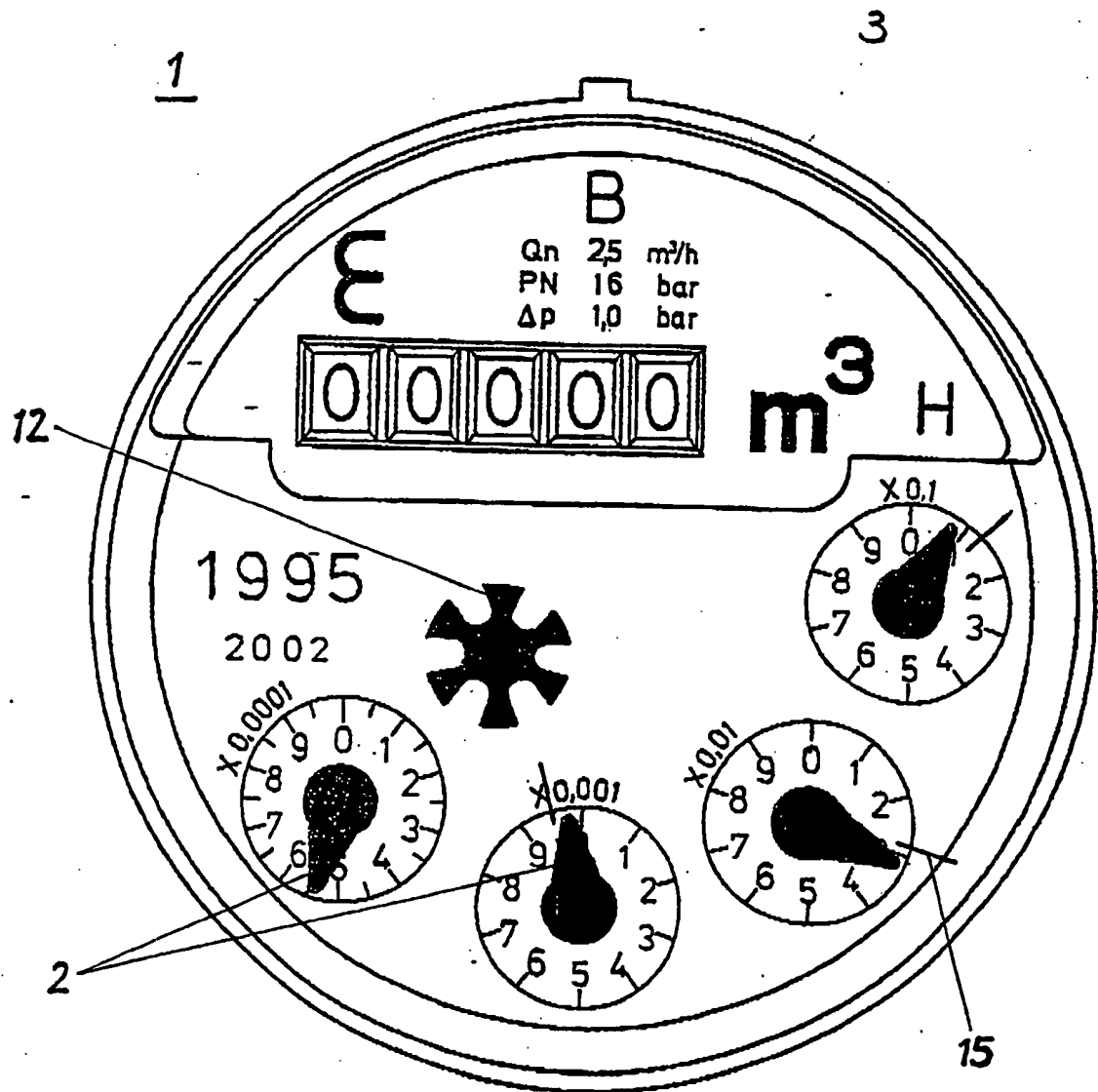


Fig. 1

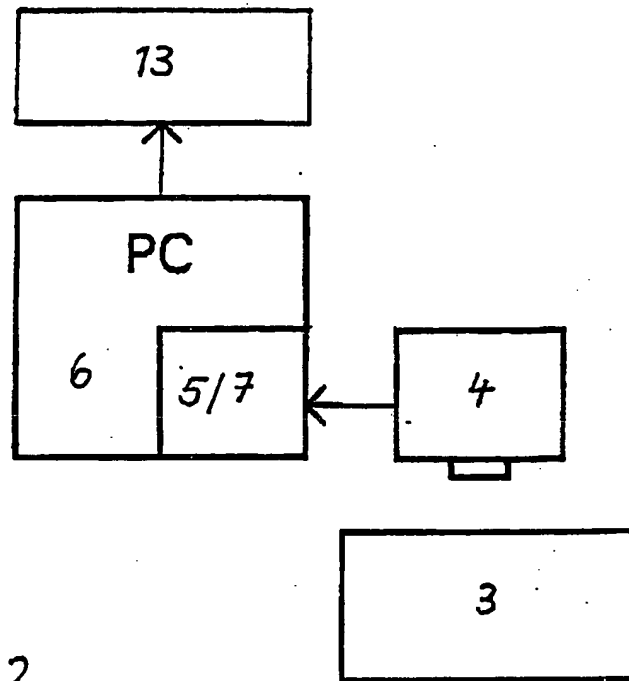


Fig. 2

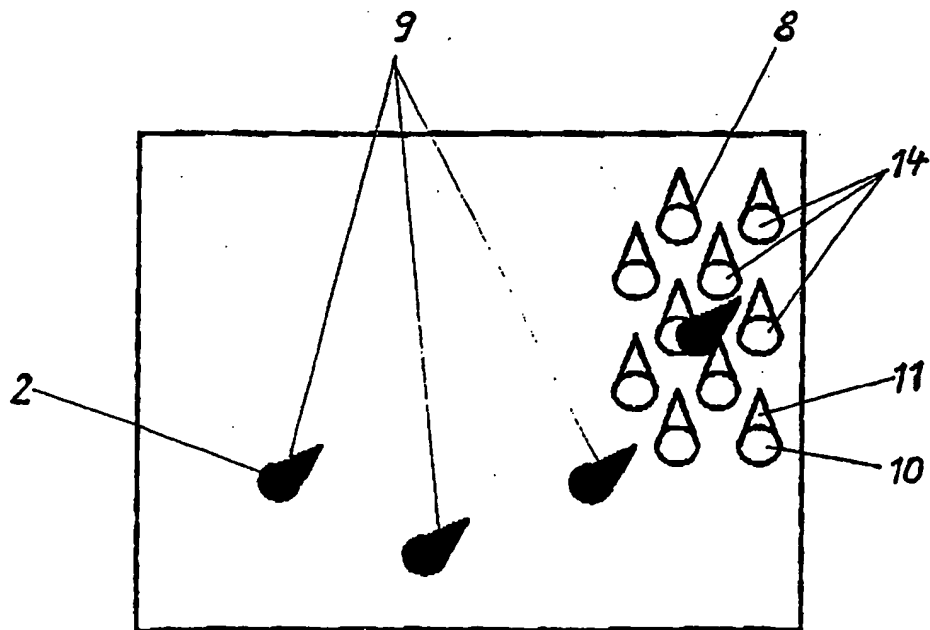


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.